

УДК 005.8:005.334

DOI: 10.31732/2663-2209-2026-81-271-283

Дата надходження: 27.02.2026

Дата прийняття до друку: 20.03.2026

Дата публікації: 30.03.2026



Ця робота ліцензується відповідно до [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРІОРИТЕЗАЦІЇ ПРОЄКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНТЕГРОВАНОГО РИЗИК-ОРІЄНТОВАНОГО МЕТОДУ ПРІОРИТИЗАЦІЇ ПРОЄКТІВ (IROPPM): КЕЙС-СТАДІЇ ВЕЛИКОЇ ІНЖЕНЕРНО-СЕРВІСНОЇ КОМПАНІЇ

Юрій Черненко¹, Анна Строга²

¹Канд. тех. наук, доцент закладу вищої освіти «Міжнародний університет бізнесу і права», м. Херсон, Україна, e-mail: uc.gbbio@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7008-7274>

²Аспірантка, кафедра менеджменту, ВНЗ «Університет економіки та права «КРОК», м. Київ, Україна, e-mail: afedko1@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2283-9914>

ENHANCING PROJECT PRIORITIZATION THROUGH THE INTEGRATED RISK-ORIENTED PROJECT PRIORITY METHOD (IROPPM): A CASE STUDY OF A LARGE ENGINEERING SERVICES COMPANY

Yuri Chernenko¹, Anna Stroha²

¹Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, International University of Business and Law, Kherson, Ukraine, e-mail: uc.gbbio@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7008-7274>

²Postgraduate student, Department of Management, KROK University, Kyiv, Ukraine, e-mail: afedko1@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2283-9914>

Анотація. Актуальність теми дослідження зумовлена зростаючою складністю управління портфелями проєктів в інженерно-сервісних організаціях, де традиційні фінансово-центровані моделі пріоритезації не враховують каскадні ефекти ризику, стратегічну відповідність та екологічно-соціальні виміри цінності проєктів. Метою дослідження є розробка та пілотна апробація інтегрованого ризик-орієнтованого методу пріоритезації проєктів (IROPPM), що поєднує фінансові метрики, стратегічну відповідність, екологічно-соціальні фактори та оцінку ризиків в єдиному індексі пріоритету. Методологія дослідження ґрунтується на парадигмі багатокритеріального прийняття рішень: IROPPM використовує калібрування нечіткою логікою для пом'якшення суб'єктивних розбіжностей, метод аналізу ієрархії (MAI) для виведення вагових коефіцієнтів та моделювання методом Монте-Карло для оцінки ризиків. У пілотному застосуванні на базі великої української інженерно-сервісної компанії, що обробляє понад 200 щоденних заявок на обслуговування, метод було впроваджено через інтегровану ERP-БПМС платформу, яка забезпечує дані в реальному часі з фінансових записів та операційних процесів. Результати для 50 оцінених проєктів свідчать про статистично значуще перегрупування портфеля ($p < 0,05$ за парним тестом Вілкоксона): близько 60% ініціатив змінили ранги більш ніж на дві позиції, що відповідає орієнтованому 15% покращенню відповідності організаційним цілям та приблизно 12% зниженню ризикового впливу за оцінками експертної групи. Перспективи подальших досліджень включають інтеграцію алгоритмів машинного навчання для динамічного оновлення вагових коефіцієнтів, масштабування методу на більші портфелі та тестування в альтернативних доменах. Отримані результати мають практичне значення для сервісних компаній житлово-комунального господарства, де пріоритезація проєктів нерозривно пов'язана з управлінням фінансовими ризиками та ефективністю операційної диспетчеризації.

Ключові слова: : IROPPM; пріоритезація проєктів, управління проєктами, нечітка логіка, метод аналізу ієрархії, оцінка ризиків, багатокритеріальне прийняття рішень, сталий розвиток.

Формул: 1; **рис.:** 4; **табл.:** 1; **бібл.:** 40

Abstract. The relevance of this study is driven by the increasing complexity of project portfolio management in engineering service organizations, where traditional financially-centered prioritization models fail to account for cascading risk effects, strategic alignment, and environmental-social dimensions of project value. The aim of the study is to develop and pilot-test the Integrated Risk-Oriented Project Priority Method (IROPPM), which combines financial metrics, strategic alignment, environmental-social factors, and risk assessment into a unified priority index. The methodology is based on the multi-criteria decision-making paradigm: IROPPM employs fuzzy logic calibration to mitigate subjective discrepancies, the Analytic Hierarchy Process (AHP) for deriving weight coefficients, and Monte

Carlo simulation for risk assessment. In a pilot application at a large Ukrainian engineering services company processing over 200 daily service requests, the method was implemented through an integrated ERP-BPMS platform providing real-time data from financial records and operational processes. Results for 50 evaluated projects indicate statistically significant portfolio regrouping ($p < 0.05$ by Wilcoxon signed-rank test): approximately 60% of initiatives shifted ranks by more than two positions, corresponding to an estimated 15% improvement in organizational goal alignment and approximately 12% reduction in risk impact as assessed by an expert panel. Future research directions include integrating machine learning algorithms for dynamic weight updating, scaling the method to larger portfolios, and testing in alternative domains. The findings have practical significance for housing and utility services companies, where project prioritization is inseparably linked with financial risk management and operational dispatching efficiency.

Key words: IROPPM; project prioritization; project management; fuzzy logic; analytic hierarchy process; risk assessment; multi-criteria decision-making; sustainable development.

Formulas: 1; fig.: 4; tab.: 1; bibl.: 40

Постановка проблеми. У сучасному динамічному середовищі управління проектами організації дедалі частіше стикаються з проблемою оптимізації розподілу ресурсів при збереженні стратегічної узгодженості (Qazi et al., 2020a). Досліджувана компанія - інженерно-сервісне підприємство, що надає повний цикл технічних послуг, - є типовим прикладом таких складнощів. Компанія, яка функціонує понад десять років, перетворилася на повноциклове інженерне підприємство, що обслуговує значну кількість абонентів у сферах інженерно-технічного обслуговування комунальної інфраструктури. Обробляючи понад 200 щоденних заявок на обслуговування, підприємство працює в умовах високого операційного навантаження, що робить критично важливим ефективний розподіл ресурсів для підтримання якості послуг та виконання зобов'язань перед комунальними підприємствами і приватними структурами. Широкий спектр послуг, що включає технічне обслуговування інженерних систем, регулярні інспекції та масштабні інженерні рішення, вимагає ретельного багатокритеріального відбору проектів, який виходить за рамки традиційних однокритеріальних підходів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останні наукові роботи наголошують на передових рамках прийняття рішень, що інтегрують нечітку логіку, метод аналізу ієрархій та машинне навчання для охоплення як якісних, так і кількісних вимірів ризику (Sangaiah et al., 2017; Nieto-Morote & Ruz-Vila, 2011; Yan et al., 2024). Гібридні моделі, зокрема ті, що

поєднують МАІ та TOPSIS, продемонстрували ефективність завдяки об'єднанню вхідних даних від зацікавлених сторін та стратегічних директив на різних організаційних рівнях (Baylan, 2020). Крім того, дослідження із застосуванням таких методів, як баєсовські мережі довіри та аналіз видів і наслідків відмов, показали, як комплексна оцінка ризиків може проактивно інформувати розподіл ресурсів (Alvand et al., 2021; Rodriguez et al., 2016).

Подальші дослідження проілюстрували різноманітні нечіткі або греї-базовані MCDM-розширення для пріоритизації проектних ризиків. Зокрема, Chatterjee et al. (2018) застосували нечіткий МАІ для точнішого ранжування проектних пропозицій, тоді як Bidel et al. (2022) запропонували гібридну структуру нечіткого аналізу ризиків для оптимізації розподілу ресурсів. У будівельному секторі підходи на кшталт греї DEMATEL також допомагають оцінювати взаємозалежні ризики (Jalhoom and Mahjoob, 2024). Ще один важливий внесок стосується нечіткого аналітичного мережевого процесу, який є особливо корисним у сценаріях ДПП-проектів (Valipour et al., 2015). Більш того, багатометодні підходи можуть обробляти різноманітні формати даних для відбору та оцінки проектів (Ramalho et al., 2021), підкреслюючи важливість гнучких інструментів для подолання невизначеності в проектних середовищах. Nguyen et al. (2018) продемонстрували, як нечіткий МАІ може бути інтегрований в оцінку складності будівельних проектів, підкреслюючи адаптивність гібридних рамок. Водночас останні дослідження

наголошують на необхідності виходу за межі суто фінансових критеріїв при формуванні портфельів: Eleuterio Delesposte et al. (2025) запропонували MCDA-модель відбору інноваційних проєктів з явним урахуванням параметрів сталого розвитку (sustainability), що підтверджує актуальність інтеграції екологічних та соціальних критеріїв у багатокритеріальне ранжування. Паралельно, Bai et al. (2025) представили ціннісно-орієнтовану рамку інтерактивного управління ризиками портфеля проєктів, яка формалізує нефінансові виміри цінності разом із портфельними взаємозалежностями та динамічними сценаріями, посилюючи аргументацію на користь комплексних підходів до пріоритизації.

Спираючись на ці висновки, досліджувана компанія використовує інтегровану ERP-BPMS платформу (далі - ІУС), здатну уніфікувати дані в реальному часі з різних бізнес-процесів, включаючи логістику ланцюга постачання, фінансові транзакції, диспетчеризацію сервісних заявок та управління завданнями працівників (Fang et al., 2017). Ця інфраструктура забезпечує надійну основу для уніфікованого підходу до пріоритизації, узгоджуючи фінансові метрики, індикатори фінансових ризиків, стратегічні цілі та

толерантність до операційної невизначеності (Zeng et al., 2007).

Незважаючи на таку технологічну підтримку, багато традиційних методів пріоритизації проєктів не повністю враховують каскадні ефекти ризику, особливо в бізнесі, що є настільки багатограним, як досліджуване підприємство. Як зазначають Bai et al. (2025), взаємозалежності між проєктами у портфелі можуть генерувати системні ризики, що не виявляються при ізольованому аналізі окремих ініціатив, а нефінансові виміри цінності (стратегічні, соціальні, екологічні) потребують явної формалізації поряд із фінансовими метриками. Рисунок 1 (нижче) ілюструє, як взаємозалежні фактори, такі як вартість, екологічний вплив та терміновість обслуговування, взаємодіють в операційній екосистемі компанії, часто ускладнюючи одновимірні системи ранжування. Ці обмеження підкреслюють потребу в інтегрованому ризик-орієнтованому методі, здатному збалансувати фінансову життєздатність, стратегічну відповідність та екологічно-соціальні міркування, а також забезпечити зворотний зв'язок між пріоритизацією проєктів та операційною диспетчеризацією сервісних процесів з урахуванням фінансових ризиків.

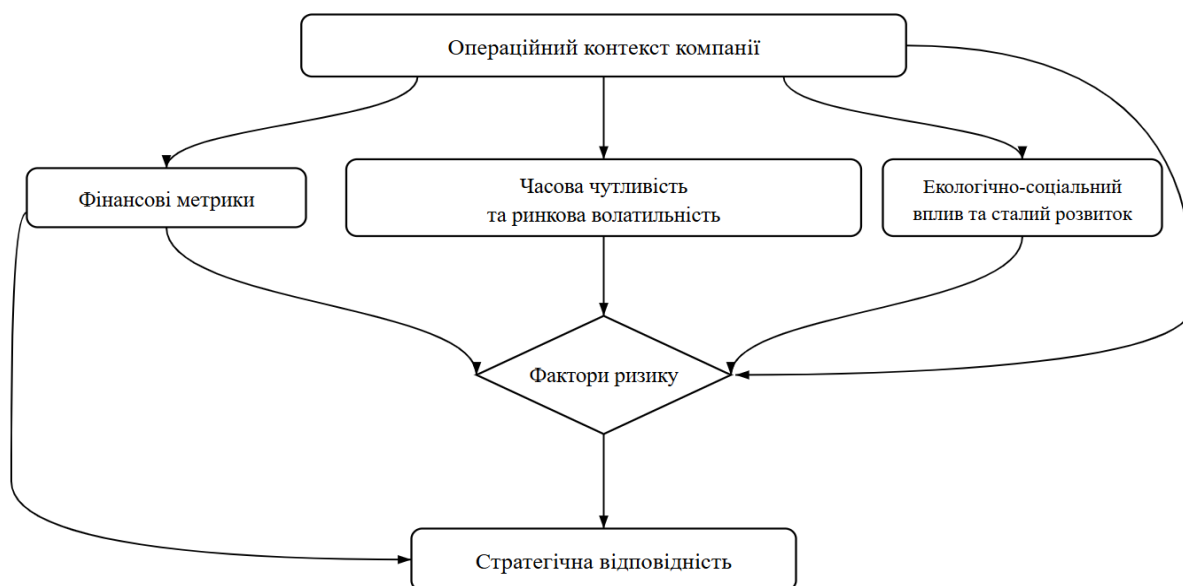


Рис. 1. Взаємозалежності в операційній екосистемі інженерно-сервісного підприємства

Джерело: створено авторами

Відповідно, це дослідження пропонує інтегрований ризик-орієнтований метод пріоритезації проєктів (IROPPM) як цілісну структуру, розроблену для задоволення багатокритеріальних вимог на базі інженерно-сервісної компанії. Гіпотеза полягає в тому, що інтеграція кількісних оцінок ризику, вхідних даних від зацікавлених сторін через метод аналізу ієрархій та аналітики даних у реальному часі з ІУС забезпечить більш надійні результати пріоритезації проєктів, ніж традиційні фінансово-центровані моделі. Зосереджуючись на реальному кейсі, це дослідження має на меті заповнити прогалини в літературі з динамічного управління портфелями проєктів та надати практичні рекомендації на основі даних для організацій, що стикаються з аналогічно різноманітними операційними завданнями, зокрема для сервісних компаній житлово-комунального господарства, де пріоритезація проєктів нерозривно пов'язана з управлінням фінансовими ризиками та ефективністю операційної диспетчеризації.

Формулювання цілей статті.

Метою дослідження є розробка та пілотна апробація інтегрованого ризик-орієнтованого методу пріоритезації проєктів (IROPPM) та його валідація на реальному портфелі проєктів інженерно-сервісної компанії. Інтегрований ризик-орієнтований метод пріоритезації проєктів (IROPPM) було застосовано до 50 поточних проєктів компанії, кожен з яких мав бюджет до 100 000 доларів США. Цей обсяг відповідає фокусу підприємства на обслуговуванні житлового та комунального сектору та забезпечує розмір вибірки, що підходить для пілотного впровадження (Syed & Lawryshyn, 2020). IROPPM інтегрує чотири основні виміри - фінансові метрики, стратегічну відповідність, екологічний та соціальний вплив, а також фактори ризику - в рамках парадигми багатокритеріального прийняття рішень (DePalmer et al., 2021; Qazi et al., 2020a). Включення параметрів сталого розвитку як самостійного виміру оцінки узгоджується з

підходами, що обґрунтовують прозорість ваг та компромісів у MCDA-моделях відбору проєктів (Eleuterio Delesposte et al., 2025). Рисунок 2 ілюструє загальний робочий процес від вилучення даних із ІУС до фінального ранжування проєктів.

Підприємство використовує ІУС - свою ERP-BPMS платформу - для управління різноманітними операційними даними. Система забезпечує такі ключові поля, як витрати на проєкт, чиста приведена вартість, рентабельність інвестицій, журнали інцидентів та аварійних викликів, дані диспетчеризації сервісних бригад, записи про відповідність вимогам, екологічні та соціальні показники, а також індикатори стратегічної відповідності, пов'язані з пріоритетами розвитку компанії (Bokolo Jnr, 2019). ІУС періодично сигналізує про аномалії та ініціює перевірку людиною для валідації. Проєктні менеджери та фінансові аналітики потім звіряють ці записи зі стандартними операційними процедурами, і ця дворівнева верифікація мінімізує помилки введення даних. Зрештою, консолідована база даних забезпечує фінансові, ризик-пов'язані, диспетчерсько-операційні та показники стратегічної відповідності для кожного проєкту, що розглядається.

Метод аналізу ієрархій (MAI) (Abdelaal et al., 2024) було використано для виведення вагових коефіцієнтів w_i . Група зацікавлених сторін включала проєктних менеджерів, фінансових аналітиків та технічних керівників. Вони надали попарні порівняння чотирьох основних критеріїв фінансової життєздатності, ризикового впливу, стратегічної відповідності та екологічно-соціального впливу - за шкалою 1–9 (Nieto-Morote & Ruz-Vila, 2011). Порівняння кожної зацікавленої сторони було скомпільовано в матрицю, яку потім оброблено за стандартними кроками MAI для отримання фінального набору відносних ваг, що відображають агрегований індекс пріоритету. Для зменшення особистої упередженості використано тонке налаштування нечіткою логікою для коригування екстремальних

суджень (Khan et al., 2023). Після верифікації ці ваги слугують ключовими вхідними даними для формули IROPPM.

Консолідований індекс пріоритету p_i було обчислено для кожного проєкту за наступною формулою:

$$p_i = \frac{c_i \times w_i \times s_i \times e_i}{r_i \times v_i \times (t_i + n)} \quad (1)$$

У цьому виразі c_i означає вартість проєкту (у доларах США або стандартизованій одиниці вартості), w_i - загальний ваговий коефіцієнт важливості, отриманий через MAI, s_i - оцінка стратегічної відповідності (зазвичай 0–5, на основі синергії з цілями компанії), e_i - індикатор еколого-соціального впливу (також за шкалою 0–5 на основі даних ІУС), r_i - інтегральна оцінка ризику (зокрема, на основі імітаційного моделювання методом Монте-Карло; Qazi et al., 2020b), v_i - коефіцієнт ризикової обережності, встановлений керівництвом (менші значення відповідають вищій толерантності до ризику), t_i - параметр часової чутливості (0 - висока терміновість, 1 - низька), n - додатна зсувна константа (у пілотному дослідженні $n = 1$), що стабілізує шкалу та унеможливорює ділення на нуль (Singh et al., 2019; Montibeller et al., 2020). Як простий приклад, якщо $c_i = 80\,000$, $w_i = 0,85$, $s_i = 4$, $e_i = 3$, $r_i = 2$, $v_i = 1$, $t_i = 0,2$ та $n = 1$, тоді: $p_i = (80\,000 \times 0,85 \times 4 \times 3) / (2 \times 1 \times (0,2 + 1) \times 1)$, що дає приблизно 340 000. Вищі значення s_i або e_i підвищують p_i , тоді як збільшення r_i або t_i знижує оцінку (Suresh & Dillibabu, 2020).

Під час пілотної фази нечіткої логіки було застосовано для пом'якшення суб'єктивних розбіжностей у вхідних даних MAI (Khan et al., 2023), а моделювання методом Монте-Карло використано для визначення r_i (Qazi et al., 2020b). Басівські мережі довіри, на які посилаються Vanda (2018) та Guan et al. (2021), були досліджені як потенційний інструмент моделювання поширення ризиків між проєктами портфеля; на пілотній стадії їх задіяно для попереднього сценарного аналізу трьох найбільш взаємозалежних проєктів. Практичний фокус, однак, залишається на нечітких калібруваннях та моделюванні ризиків методом Монте-Карло, а не на повномасштабних басівських реалізаціях. Посилання на навчання з підкріпленням або просунутий мережевий аналіз (Huang et al., 2021; Kim et al., 2020; Nabeel, 2024) виходять за рамки цього пілотного дослідження, але зберігають потенціал для розширення.

Рисунок 2 ілюструє покрокову інтеграцію джерел даних та методів. Спочатку дані ІУС були вилучені та перехресно валідовані. По-друге, виявлено та виправлено викиди та аномалії. По-третє, нечіткі калібрування уточнюють будь-які екстремальні вхідні дані зацікавлених сторін у попарних порівняннях MAI. По-четверте, ризик оцінено за допомогою моделювання Монте-Карло та, в обмеженій кількості випадків, через басівські структури. По-п'яте, фіналізовано вагові коефіцієнти на основі MAI. Нарешті, формулу для p_i застосовано для генерації ранжованого списку проєктів, який потім переглядається вищим керівництвом для затвердження або подальших коригувань.

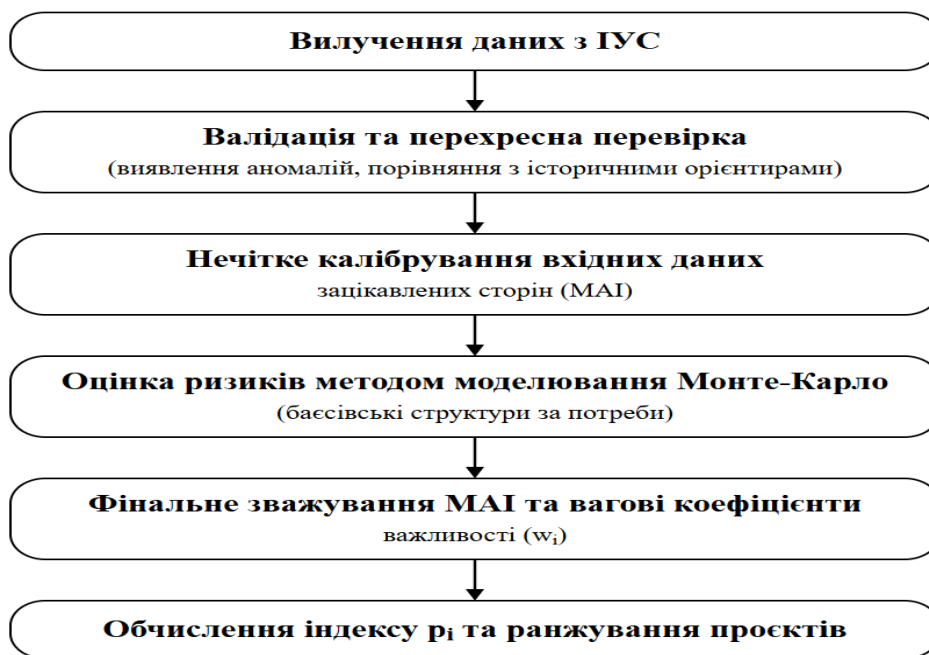


Рис. 2. Послідовний робочий процес IROPPM у середовищі ГИС

Джерело: розроблено авторами

Пілотна фаза підтвердила масштабованість IROPPM у середовищі ГИС компанії. Після перегляду документації та вдосконалення суб'єктивних вхідних даних проєктні менеджери відзначили сильну відповідність між новими результатами пріоритетизації та як історичними даними, так і управлінськими очікуваннями. Синтезуючи кількісні та якісні висновки, IROPPM створив чітку ієрархію проєктів, що сприяло ефективнішому розподілу ресурсів. Стандартизований процес може бути адаптований до нових або більших портфелів з мінімальними методологічними ревізіями, таким чином підвищуючи відтворюваність у різних операційних умовах (Vokolo Jnr, 2019).

Виклад основного матеріалу дослідження. В межах Рамку IROPPM було застосовано до вибірки з 50 проєктів компанії, кожен з яких представляв типові операційні ініціативи з бюджетом менше 100 000 доларів США. Ця вибірка включала такі завдання, як модернізація інженерних систем, обслуговування комунального обладнання, розробка мобільних додатків та планове технічне обслуговування, забезпечуючи широке відображення

сервісного портфеля підприємства та надаючи репрезентативний зріз для пілотної оцінки. Платформа ГИС забезпечила послідовне зведення витрат на проєкти, оцінок стратегічної відповідності, індикаторів екологічно-соціального впливу та профілів ризику, що в підсумку дало структуровані індекси пріоритету (p_i) для кожної ініціативи.

Таблиця 1 представляє показові приклади того, як значення вартості (c_i), стратегічної відповідності (s_i), еколого-соціального впливу (e_i) та ризикових параметрів (r_i , v_i , t_i) формують індекс пріоритету (p_i). Проєкт 1, що передбачає масштабну модернізацію інфраструктури, поєднав помірний ризик ($r_i = 2$) та високу терміновість ($t_i = 0,1$) із сильними еколого-соціальними перевагами ($e_i = 5$) та стратегічною відповідністю ($s_i = 4$). Результуючий індекс пріоритету $p_i = 777 272,73$ демонструє, як високі значення s_i та e_i можуть компенсувати помірні ризикові обмеження відповідно до формули (1).

Проєкт 2, що стосувався нової послуги ОВКВ і потребує спеціалізованого обладнання, отримав нижчий пріоритет порівняно з проєктом 1 через вищий ризик ($r_i = 3$) і нижчий еколого-соціальний вплив

($e_i = 3$) при збереженні високої стратегічної відповідності ($s_i = 5$), що відображає застережний ефект більших ризикових параметрів у моделі (Qazi et al., 2020b).

Окрім цих прикладів, решта набору даних продемонструвала загальну тенденцію: проекти з вищою стратегічною відповідністю та чітко вираженим еколого-соціальним ефектом частіше отримували вищі значення p_i за інших рівних умов. Рисунок 3 демонструє діаграму розсіювання, що порівнює p_i з c_i для всіх 50 проектів і вказує на помірну позитивну кореляцію ($r \approx 0,42$). Рисунок 4 показує зміну ранжування проектів до і

після впровадження IROPPM; різниця в рангах є статистично значущою ($p < 0,05$) за парним тестом Вілкоксона.

Додаткова перевірка чутливості показала, що зміни коефіцієнта ризикової обережності v_i можуть суттєво перебудувати пріоритети: зниження v_i з 0,8 до 0,5 підвищувало окремі високоризикові, але високоприбуткові ініціативи, тоді як підвищення v_i посилювало штраф за ризик. Це підтверджує доцільність періодичного перегляду параметрів моделі в межах визначеної політики ризик-менеджменту (Montibeller et al., 2020).

Таблиця 1

Індекси пріоритету проектів активних проектів інженерно-сервісного підприємства

ІД проекту	Вартість (c_i), дол. США	Коеф. важл. (w_i)	Стратег. відповідність (s_i)	Екол.-соц. вплив (e_i)	Ризик (r_i)	Толер. до ризику (v_i)	Час. чутл. (t_i)	Індекс пріоритету (p_i)
1	95 000	0,9	4	5	2	1	0,1	777 272,73
2	85 000	0,8	5	3	3	0,8	0,2	354 166,67
3	50 000	0,7	3	2	2	0,6	0,05	166 666,67
...
50	40 000	0,85	4	4	1	1	0,3	418 461,54

Джерело: розроблено авторами

Проекти 1–3 ілюструють різноманітні вартості, профілі ризику та стратегічні цілі, тоді як інші (включно з проектом 50) відображають типові заявки зі щоденного обслуговування. Значення p_i показують, як варіювання c_i , w_i , s_i , e_i , r_i , v_i та

t_i впливає на фінальне ранжування в реальних контекстах.

Узагальнений розподіл індексів представлено на рисунках 3 і 4: рисунок 3 демонструє помірну кореляцію між p_i та c_i , а рисунок 4 - зміну ранжування проектів до і після застосування IROPPM.

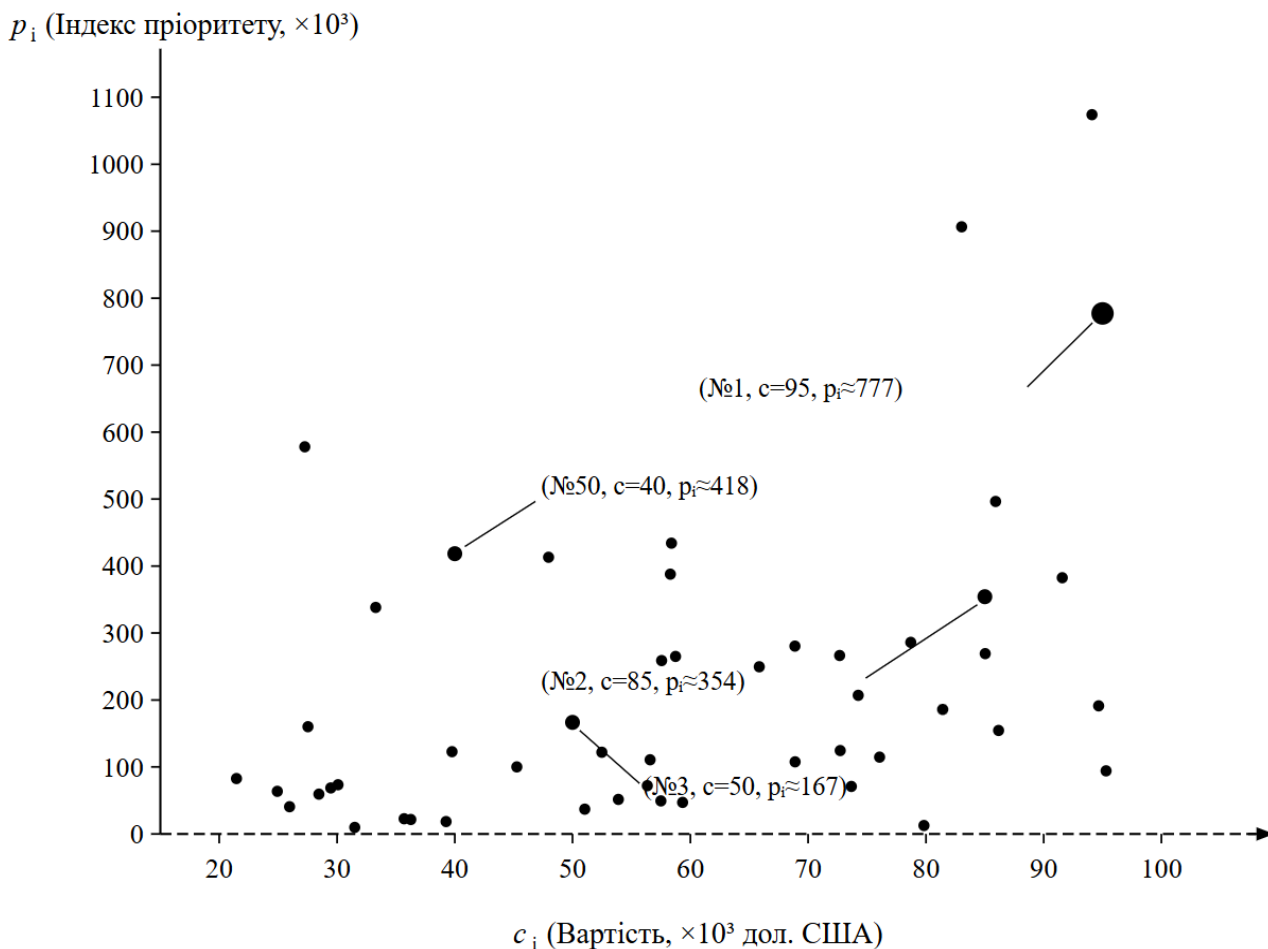


Рис. 3. Діаграма розсіювання індексу пріоритету p_i відносно вартості c_i для 50 проєктів

Джерело: розроблено авторами

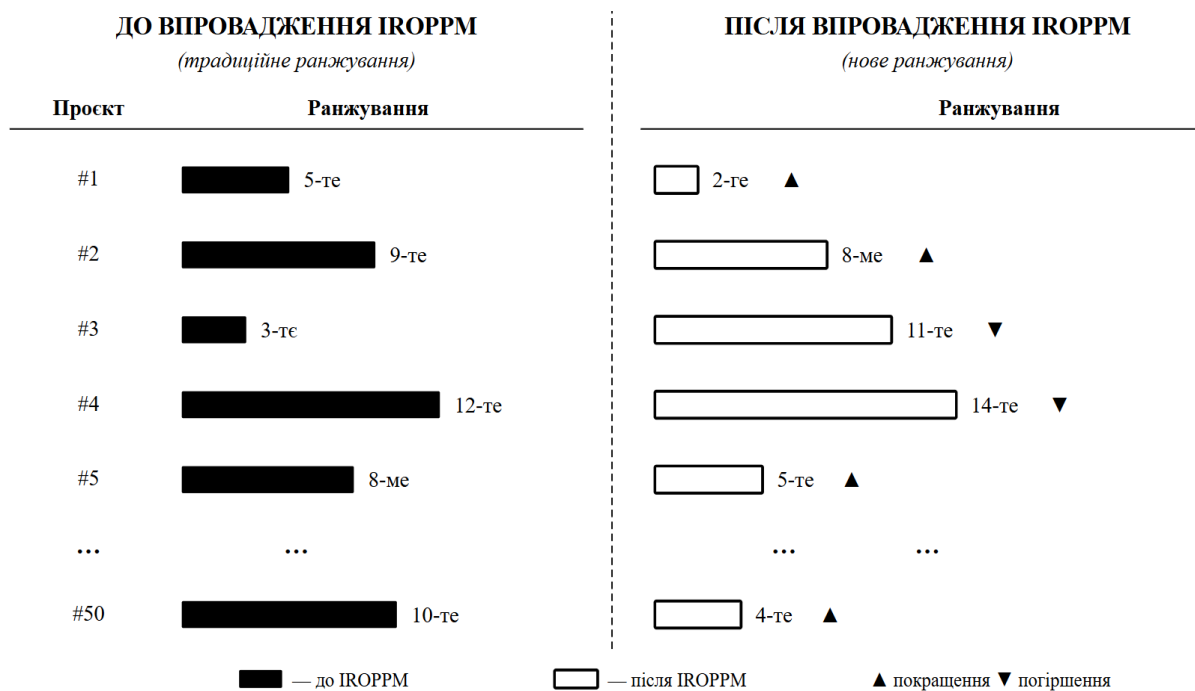


Рис. 4. Порівняльна діаграма зміни ранжування проєктів до і після впровадження ІРОРРМ

Джерело: розроблено авторами

Результати цього дослідження демонструють, що інтегрований ризик-орієнтований метод пріоритезації проєктів (IROPPM) ефективно балансує фінансові, стратегічні, екологічні та ризик-орієнтовані міркування, тим самим підтверджуючи гіпотезу про те, що багатомірна рамка забезпечує більш надійні результати, ніж традиційні фінансово-центровані моделі. Спостережувана відповідність між основними пріоритетами компанії та фінальним ранжуванням проєктів узгоджується з попередніми дослідженнями багатокритеріального прийняття рішень, включаючи роботи Qazi et al. (2020a) та Baylan (2020), які підкреслюють необхідність врахування різноманітних факторів ризику для охоплення складних взаємозалежностей у реальних портфелях. Ця позиція додатково підкріплюється нещодавнім дослідженням Bai et al. (2025), які продемонстрували, що ціннісно-орієнтоване інтерактивне управління портфельними ризиками, що враховує нефінансові виміри цінності та взаємозалежності між проєктами, дозволяє організаціям більш ефективно реагувати на динамічні зміни середовища. Поточні результати, подібно до отриманих Suresh та Dillibabu (2020), підкреслюють, що інтеграція таких критеріїв, як стратегічна відповідність та екологічні переваги, дозволяє організаціям проактивно коригувати портфельні рішення у відповідь на мінливі ринкові вимоги або операційні обмеження.

З методологічної точки зору, чітка кореляція між високими оцінками стратегічної відповідності та підвищеними індексами пріоритету підтверджує твердження про те, що суто економічні фактори не можуть забезпечити стійкі результати проєктів (Shaygan & Testik, 2019; Rudnik et al., 2021). У цьому дослідженні ініціативи з високою екологічною цінністю, охоплені через такі метрики, як зменшення споживання ресурсів або підвищення задоволеності клієнтів, часто досягали вищих оцінок р_i при помірних рівнях ризику та часової

чутливості. Цей результат відповідає дослідженням, що демонструють ефективність нечітких або басівсько-удосконалених багатокритеріальних моделей для обробки складних залежностей (Subulan, 2020; Kim et al., 2020), а також перегукується з аналізами Montibeller et al. (2020), які проілюстрували, як ретельно калібровані вагові коефіцієнти можуть змінити відносний порядок конкуруючих проєктів. Доцільність явного включення параметрів сталого розвитку в MCDA-моделі відбору проєктів додатково підтверджується нещодавнім дослідженням Eleuterio Delesposte et al. (2025), які обґрунтували, що прозорість ваг і компромісів між фінансовими та екологічно-соціальними критеріями є ключовою умовою раціонального портфельного рішення.

Ці результати видаються релевантними для широкого кола комунальних та інженерних організацій, зокрема тих, що працюють у нестабільних регуляторних середовищах або обслуговують великі бази абонентів. Контекст досліджуваного підприємства передбачає щоденну обробку понад 200 сервісних заявок та підтримання постійної готовності інженерних систем комунальної інфраструктури, що нагадує виклики, з якими стикаються інші постачальники комунальних послуг у всьому світі. Примітно, що в умовах житлово-комунального господарства ефективна пріоритезація проєктів безпосередньо впливає на якість операційної диспетчеризації та управління фінансовими ризиками: оптимізований розподіл ресурсів між проєктами дозволяє знизити ймовірність касових розривів та підвищити своєчасність реагування на сервісні заявки. Інтегрований підхід поєднання оцінки ризиків на основі даних, залучення зацікавлених сторін (через метод аналізу ієрархій) та гнучкого перекалібрування ваг (через нечітку логіку) може бути адаптований у таких секторах, як транспорт, ІТ-інфраструктура та державні комунальні підприємства, що потребують

швидких масштабних втручань. Тим не менш, залежність від суджень зацікавлених сторін, навіть пом'якшених нечіткими калібруваннями, підкреслює важливість постійного вдосконалення вхідних даних, що узгоджується зі спостереженнями Yu et al. (2019) та Beseiso та Kumar (2021) щодо потенціалу машинного навчання для динамічного вдосконалення виведення ваг на основі MAI.

Часова чутливість продемонструвала помітний вплив на фінальне ранжування, що узгоджується з попередніми висновками у плануванні проєктів та розподілі ресурсів (Rahman, 2024; Rezakhani, 2020). Хоча метод аналізу ієрархій допомагає пом'якшити екстремальні упередження, необхідно визнати притаманну суб'єктивність в оцінці терміновості та прийнятного ризику. Результати підтверджують, що навіть незначні варіації v_i або t_i можуть суттєво переупорядкувати портфель, підтверджуючи необхідність постійного калібрування, можливо із залученням гібридних нечітко-баєсівських методів, що можуть асимілювати безперервні дані зворотного зв'язку (Rezakhani, 2020; Jokar et al., 2020; Rudnik et al., 2021).

Загалом, докази підтримують думку про те, що IROPPM забезпечує адаптивну, орієнтовану на дані рамку, здатну спрямовувати багатогранне прийняття рішень у складних операційних умовах. Здатність уніфікувати фінансові, екологічні, стратегічні та ризикові змінні не лише задовольняє поточні організаційні вимоги, але і дозволяє ітеративні вдосконалення, тим самим позиціонуючи IROPPM як надійний, перспективний підхід до відбору проєктів.

Незважаючи на успіх IROPPM у цьому пілотному дослідженні, фокус на 50 проєктах з бюджетами до 100 000 доларів може обмежувати узагальнюваність для більших або більш диверсифікованих портфельів. Ваги, отримані від зацікавлених сторін, хоча і пом'якшені нечіткими коригуваннями, залежать від суб'єктивних перспектив -проблема, яка може бути

особливо вираженою в інших культурних або відомчих контекстах (Rezakhani, 2020). Досліджуване підприємство функціонує в специфічному ринковому середовищі, яке може відрізнятися від зовнішніх умов. Майбутні дослідження могли б вивчити, як автоматизовані алгоритми машинного навчання вдосконалюють та оновлюють вагові коефіцієнти в реальному часі, розвиваючи дослідження Yu et al. (2019). Тестування IROPPM у більших масштабах або альтернативних доменах (наприклад, будівництво, IT або логістика) може підтвердити його масштабованість. Крім того, інтеграція з іншими ERP/BPMS-системами, такими як SAP або Oracle, може прояснити можливі архітектурні обмеження або варіації продуктивності порівняно з ІУС, таким чином уточнюючи ширшу застосовність рамки в різноманітних операційних ландшафтах.

Межі застосовності методу пов'язані з природою портфеля. IROPPM найкраще працює для інженерно-сервісних та капіталомістких ініціатив із відносно стабільними параметрами бюджету і ризику. Для проєктів розробки програмного забезпечення, що ведуться в Agile-режимі з частими змінами вимог і пріоритетів, індекс може потребувати більш частого перегляду параметрів і адаптації шкал оцінювання, щоб уникати застарівання ранжування.

Висновки. Результати впровадження інтегрованого ризик-орієнтованого методу пріоритезації проєктів (IROPPM) на базі великої інженерно-сервісної компанії підкреслюють його здатність синтезувати фінансові метрики, стратегічні цілі, екологічно-соціальні міркування та оцінки ризиків у когерентну рамку прийняття рішень. Присвоюючи вищі індекси пріоритету проєктам, що демонструють сильну відповідність корпоративним цілям та керований рівень ризику, IROPPM виходить за межі традиційних фінансових метрик та пропонує більш цілісний підхід до розподілу ресурсів. Це дослідження валідусе попередні роботи з

багатокритеріального прийняття рішень, зокрема Qazi et al. (2020a), та підтверджує висновки Montibeller et al. (2020), які аргументували, що толерантність до ризику та часова чутливість потребують адаптивних схем зважування. Науковий внесок полягає в способі, яким метод аналізу ієрархій (MAI) та нечітка логіка були розгорнуті в рамках єдиного середовища -IUC, -тим самим просуваючи ризик-орієнтований, багатовимірний метод, який може коригувати ключові параметри (наприклад, w_i , v_i та t_i) у відповідь на мінливі операційні умови.

З практичної точки зору, IROPPM дає змогу вищому керівництву швидко перекалібрувати портфелі проєктів при зіткненні зі зміною регуляцій, ринковими коливаннями та потребами зацікавлених сторін, що еволюціонують. Проєктні менеджери отримують переваги від прозорого механізму ранжування, що висвітлює компроміси між фінансовою життєздатністю та ширшими цілями сталого розвитку. Рамка покращує стратегічну когерентність, поєднуючи негайні операційні вимоги з довгостроковими цілями. Результати також підкреслюють, що навіть помірні зміни

толерантності до ризику або часової чутливості можуть суттєво переконафігурувати портфельні пріоритети, підтверджуючи важливість адаптивних моделей на основі даних у сучасних швидкозмінних середовищах. Це дослідження зміцнює літературу з управління портфелями проєктів, демонструючи перевагу ризик-центричного, багатокритеріального підходу над суто фінансовими методами, зокрема у складних умовах, таких як широкий спектр інженерних та комунальних послуг. Для сервісних компаній житлово-комунального господарства метод забезпечує інтегрований зв'язок між пріоритезацією проєктів, управлінням фінансовими ризиками та оптимізацією операційної диспетчеризації, що створює передумови для побудови цілісних ERM-FSM систем на базі ERP-BPMS платформ. Отримані результати узгоджуються з останніми дослідженнями (Bai et al., 2025; Eleuterio Delesposte et al., 2025), які підтверджують, що явне врахування нефінансових вимірів цінності та параметрів сталого розвитку є ключовим чинником якості портфельних рішень в умовах невизначеності.

Заява про конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів, пов'язаного з публікацією цієї роботи. Дослідження проведено без будь-яких комерційних або фінансових відносин, які могли б розглядатися як потенційний конфлікт інтересів. Організації-спонсори не мали впливу на дизайн дослідження, збір даних, аналіз, інтерпретацію, написання рукопису або рішення про публікацію результатів. Усі думки, висловлені в цій роботі, належать виключно авторам. Обидва автори достатньо брали участь у роботі, щоб нести публічну відповідальність за всі частини змісту, та прочитали і погодили опубліковану версію рукопису.

Етична заява. Це дослідження не передбачало прямого експериментування з людьми або тваринами. Усі операційні дані були повністю анонімізовані та отримані з платформи IUC підприємства з дозволу керівництва. Жодна персональна або конфіденційна інформація не збиралася, не зберігалася та не аналізувалася. Відповідно до місцевих нормативних актів та характеру даних окремого схвалення інституційної етичної комісії не вимагалось. Автори підтверджують, що всі відповідні настанови та нормативні акти дотримувалися під час дослідницького процесу.

Заява щодо генеративного ШІ. Автори заявляють, що генеративний штучний інтелект не використовувався під час підготовки цього рукопису.

Внесок авторів. Усі автори зробили однаковий внесок у розроблення концепції дослідження, написання тексту та затвердження остаточної версії рукопису.

Література:

1. Abdelaal, R. M. S., Makki, A. A., Al-Madi, E. M., & Qhadi, A. M. (2024). Prioritizing strategic objectives and projects in higher education institutions: A new hybrid fuzzy MEREC-G-TOPSIS approach. IEEE Access. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3419701>

2. Alvand, A., Mirhosseini, S., & Ehsanifar, M. (2021). Identification and assessment of risk in construction projects using the integrated FMEA-SWARA-WASPAS model under fuzzy environment. International Journal of Construction Management, 23,

392–404.

<https://doi.org/10.1080/15623599.2021.1877875>

3. Bai, L., Zhang, L., Zhang, L., Shao, K., & Luo, X. (2025). Unlocking the potential of project portfolio: Value-oriented interactive risk management. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12, 1012. <https://doi.org/10.1057/s41599-025-05296-8>

4. Banda, W. (2018). An integrated framework comprising of AHP, expert questionnaire survey and sensitivity analysis for risk assessment in mining projects. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 14(3), 180–192. <https://doi.org/10.1080/17509653.2018.1516577>

5. Baylan, E. B. (2020). A novel project risk assessment method development via AHP-TOPSIS hybrid algorithm. *Engineering Science Journal*, 4, 390–410. <https://doi.org/10.28991/ESJ-2020-01239>

6. Beseiso, M., & Kumar, G. (2021). A fuzzy computational approach for selecting interdependent projects using prioritized criteria. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 40(6), 11341–11354. <https://doi.org/10.3233/JIFS-202506>

7. Bidel, M., Safari, H., Mahdiraji, H. A., Zavadskas, E., & Antuchevičienė, J. (2022). A framework for project delivery systems via hybrid fuzzy risk analysis. *Mathematics*. <https://doi.org/10.3390/math10173185>

8. Bokolo, A. Jnr. (2019). Validating the usability attributes of AHP-software risk prioritization model using partial least square-structural equation modeling. *Journal of Science and Technology Policy Management*. <https://doi.org/10.1108/JSTPM-06-2018-0060>

9. Chatterjee, K., Hossain, S. A., & Kar, S. (2018). Prioritization of project proposals in portfolio management using fuzzy AHP. *OPSEARCH*, 55, 478–501. <https://doi.org/10.1007/S12597-018-0331-3>

10. DePalmer, D. M., Schuldt, S., & Delorit, J. (2021). Prioritizing facilities linked to corporate strategic objectives using a fuzzy model. *Journal of Facilities Management*. <https://doi.org/10.1108/JFM-12-2020-0091>

11. Eleuterio Delesposte, J., Duncan Rangel, L. A., Jasmim Meirino, M., dos Santos Ferreira, C. M., Ferreira Soares Borges Lopes, R. J., & Baptista Narcizo, R. (2025). Model for innovation project selection supported by multi-criteria methods considering sustainability parameters. *Systems*, 13(10), 876. <https://doi.org/10.3390/systems13100876>

12. Fang, C., Marle, F., & Xie, M. (2017). Applying importance measures to risk analysis in engineering projects using a risk network model. *IEEE Systems Journal*, 11, 1548–1556. <https://doi.org/10.1109/JSYST.2016.2536701>

13. Guan, L., Abbasi, A., & Ryan, M. (2021). Prioritizing project interdependent risks: A network-based approach. 2021 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 1513–1517. <https://doi.org/10.1109/IEEM50564.2021.9673060>

14. Huang, X., Guidolin, M., Platanakis, E., & Newton, D. (2021). Dynamic portfolio management with

machine learning. *Information Systems & Economics eJournal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3770688>

15. Jalhoom, R. J., & Mahjoob, A. (2024). An MCDM approach for evaluating construction-related risks using a combined fuzzy grey DEMATEL method. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 14, 23–30. <https://doi.org/10.48084/etasr.6959>

16. Jokar, E., Nejad, A., & Lork, A. (2020). Risk prioritization and selection of contractor participating in PPP infrastructure projects using hybrid fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS. *Journal of Civil Engineering and Management Innovation*, 3(1), 1–16. <https://doi.org/10.31462/jcemi.2020.01001016>

17. Khan, T. et al. (2023). Risk prioritization using a fuzzy-based approach in the software design phase. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*. <https://doi.org/10.17762/ijritcc.v11i9.9153>

18. Kim, S., Nguyen, M. V., & Dao, T. (2020). Prioritizing complexity using fuzzy DANP: Case study of international development projects. *Engineering, Construction and Architectural Management*. <https://doi.org/10.1108/ecam-04-2020-0265>

19. Montibeller, G., Franco, L., & Carreras, A. L. (2020). A risk analysis framework for prioritizing and managing biosecurity threats. *Risk Analysis*, 40. <https://doi.org/10.1111/risa.13542>

20. Nabeel, M. Z. (2024). Big Data Analytics-driven project management strategies. *Journal of Science & Technology*. <https://doi.org/10.55662/jst.2024.5104>

21. Nguyen, L. D., Le-Hoai, L., Tran, D. Q., Dang, C., & Nguyen, C. V. (2018). Fuzzy AHP with applications in evaluating construction project complexity. in *Fuzzy Hybrid Computing in Construction Engineering and Management*. <https://doi.org/10.1108/978-1-78743-868-220181007>

22. Nieto-Morote, A., & Ruz-Vila, F. (2011). A fuzzy approach to construction project risk assessment. *International Journal of Project Management*, 29, 220–231. <https://doi.org/10.1016/J.IJPROMAN.2010.02.002>

23. Qazi, A., Dikmen, I., & Birgonul, M. T. (2020a). Prioritization of interdependent uncertainties in projects. *International Journal of Managing Projects in Business*, 13, 913–935. <https://doi.org/10.1108/ijmpb-10-2019-0253>

24. Qazi, A., Shamayleh, A., & El-Sayegh, S. (2020b). Prioritizing risks in sustainable construction projects using a risk matrix-based Monte Carlo Simulation approach. *Sustainable Cities and Society*, 102576. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102576>

25. Rahman, A. (2024). MEREC-WISP(S) integration extended with Fermatean fuzzy set for requirement prioritization. *Foundation University Journal of Engineering and Applied Sciences*. <https://doi.org/10.33897/fujeas.v4i1.868>

26. Ramalho, F., Silva, I. S., Ekel, P., Martins, C. D. S., Bernardes, P., & Libório, M. (2021). Multimethod to prioritize projects evaluated in different formats. *MethodsX*, 8. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2021.101371>

- 27.Rezakhani, P. (2020). Hybrid fuzzy-Bayesian decision support tool for dynamic project scheduling and control under uncertainty. *International Journal of Construction Management*, 22, 2864–2876. <https://doi.org/10.1080/15623599.2020.1828539>
- 28.Rodriguez, A., Ortega, F., & Concepción, R. (2016). A method for the evaluation of risk in IT projects. *Expert Systems with Applications*, 45, 273–285. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.09.056>
- 29.Rudnik, K., Bocewicz, G., Kucinska-Landwójtowicz, A., & Czabak-Górska, I. D. (2021). Ordered fuzzy WASPAS method for selection of improvement projects. *Expert Systems with Applications*, 169, 114471. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.114471>
- 30.Sangaiah, A. K., Samuel, O. W., & Li, X. (2017). Towards an efficient risk assessment in software projects: Fuzzy reinforcement paradigm. *Computers & Electrical Engineering*, 71, 833–846. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2017.07.022>
- 31.Shaygan, A., & Testik, Ö.M. (2019). A fuzzy AHP-based methodology for project prioritization and selection. *Soft Computing*, 23(4), 1309–1319. <https://doi.org/10.1007/s00500-017-2851-9>
- 32.Singh, S., Chow, Y., Majumdar, A., & Pavone, M. (2019). A framework for time-consistent. risk-sensitive model predictive control. *IEEE Transactions on Automatic Control*, 64(11), 2905–2912. <https://doi.org/10.1109/TAC.2018.2874704>
- 33.Subulan, K. (2020). An interval-stochastic programming-based approach for a fully uncertain multi-objective and multi-mode resource investment project scheduling problem with an application to ERP project implementation. *Expert Systems with Applications*, 149, 113189. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113189>
- 34.Suresh, K., & Dillibabu, R. (2020). A novel fuzzy mechanism for risk assessment in software projects. *Soft Computing*, 24, 1683–1705. <https://doi.org/10.1007/s00500-019-03997-2>
- 35.Syed, Z., & Lawryshyn, Y. (2020). Multi-criteria decision-making considering risk and uncertainty in physical asset management. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 65, 104064. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2020.104064>
- 36.Valipour, A., Yahaya, N., & Noor, N. (2015). A fuzzy analytic network process method for risk prioritization in freeway PPP projects. *Journal of Civil Engineering and Management*, 21, 933–947. <https://doi.org/10.3846/13923730.2015.1051104>
- 37.Yan, R., Jin, J., & Han, K. (2024). Reinforcement learning for deep portfolio optimization. *Electronic Research Archive*. <https://doi.org/10.3934/era.2024239>
- 38.Yazo-Cabuya, E. J., Herrera-Cuartas, J. A., & Ibeas, A. (2024). Integrating sustainability into risk management through analytical network process. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su16062384>
- 39.Yu, P., Lee, J., Kulyatin, I., Shi, Z., & Dasgupta, S. (2019). Model-based deep reinforcement learning for dynamic portfolio optimization. *ArXiv*. Retrieved from <https://arxiv.org/abs/1901.08740>
- 40.Zeng, J., An, M., & Smith, N. (2007). Application of a fuzzy-based decision-making methodology to construction project risk assessment. *International Journal of Project Management*, 25, 589–600. <https://doi.org/10.1016/J.IJPROMAN.2007.02.006>